

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Рязанцев П.А.

Институт геологии КарНЦ РАН, chthonian@yandex.ru

Георадиолокация является эффективным методом, который позволяет получать значимую информацию о строении торфяной залежи. Для изучения болотных массивов этот метод применялся впервые более 35 лет назад (Hänninen, 1992). Его физические основы и методика наблюдения детально изложены в ряде научных трудов, например (Владов, Старовойтов, 2004). Использование георадиолокации позволяет уверенно определять глубину залегания минерального основания залежи, а в отдельных случаях выделять промежуточные слои в зависимости от электрофизических параметров торфа.

К наиболее важным параметрам торфа с точки зрения георадиолокации относятся:

1. Тип торфа. Влияние типа торфа на распространение электромагнитной волны вероятнее всего связано с количественным содержанием органики. Исследования (Van Dam et al., 2002) показывают, что существует линейная зависимость между содержанием органического вещества и ϵ .
2. Плотность и влажность торфа. Данные параметры имеет смысл рассматривать совместно, из-за того, что они зачастую имеют обратную взаимосвязь. Доказано, что увеличение влажности приводит к возрастанию ϵ торфа, при этом отмечается, что плотность торфа начинает играть особую роль при содержании влаги менее 70% (Oleszczuk et al., 2002).
3. Зольность и степень разложения. Эти два параметра можно объединить в одну группу, вследствие схожих георадарных атрибутов – на радарограммах их изменение формирует локальные отражающие границы (рефлекторы). Примеры подобных границ демонстрируются в (Kettridge et al., 2012) где отмечается, что возникновение рефлектора является следствием не только вариаций степени разложения, но и комплексного влияния сопутствующих процессов изменения физических параметров торфа.

В рамках представленной работы методом георадиолокации исследовались торфяные отложения верхового болота в районе оз. Иматозера (Центральная Карелия). Сбор данных на болотах выполнялся при помощи георадара ОКО-2 с антенным блоком 150М, центральная частота которого составляет 150 МГц. Торфяные отложения обладают следующими осредненными параметрами: диэлектрическая проницаемость = 65, скорость электромагнитной волны = 3,7 см/нс, проводимость воды = 125 мкС/см, влажность торфа = 90%. На болоте было выполнено 7 профилей георадиолокации, которые были заверены 4 скважинами. Торф из скважин отбирался для определения ботанического состава и степени разложения.

Проведенные работы позволили выявить глубину залегания минерального основания торфяной залежи, так как между торфом и подстилающими его песками формируется интенсивный рефлектор (рис. 1). Более детальный анализ радарограмм показал, что существует набор отражающих границ и в толще торфа. Сопоставление результатов георадиолокации с результатами натурного исследования торфяной скважины показало, что такие границы обусловлены несколькими причинами. Первой причиной является изменение типа торфа. В области скважины С-2 (рис. 1а) установлено наличие двух подобных границ: первая разделяет сфагновый и пушицевый верховой торф, а вторая – пушицевый верховой торф и переходный осоковый. По скважине С-3 картина схожа, обнаружено четыре подобных границы (рис. 1б). Данные в районе скважины С-4 несколько отличаются от предыдущих примеров (рис. 1с). Это выражается в усложнении радарограмм и росте амплитуд отраженного сигнала, что обу-

словлено повышением влажности толщи. Рефлекторы уверенно определяются для контакта сфагнового и магелланикум-торфа, а также пушицевого и осокового торфов. Границы раздела магелланикума и шейхцериево-магелланикумового торфа явно не выражены.

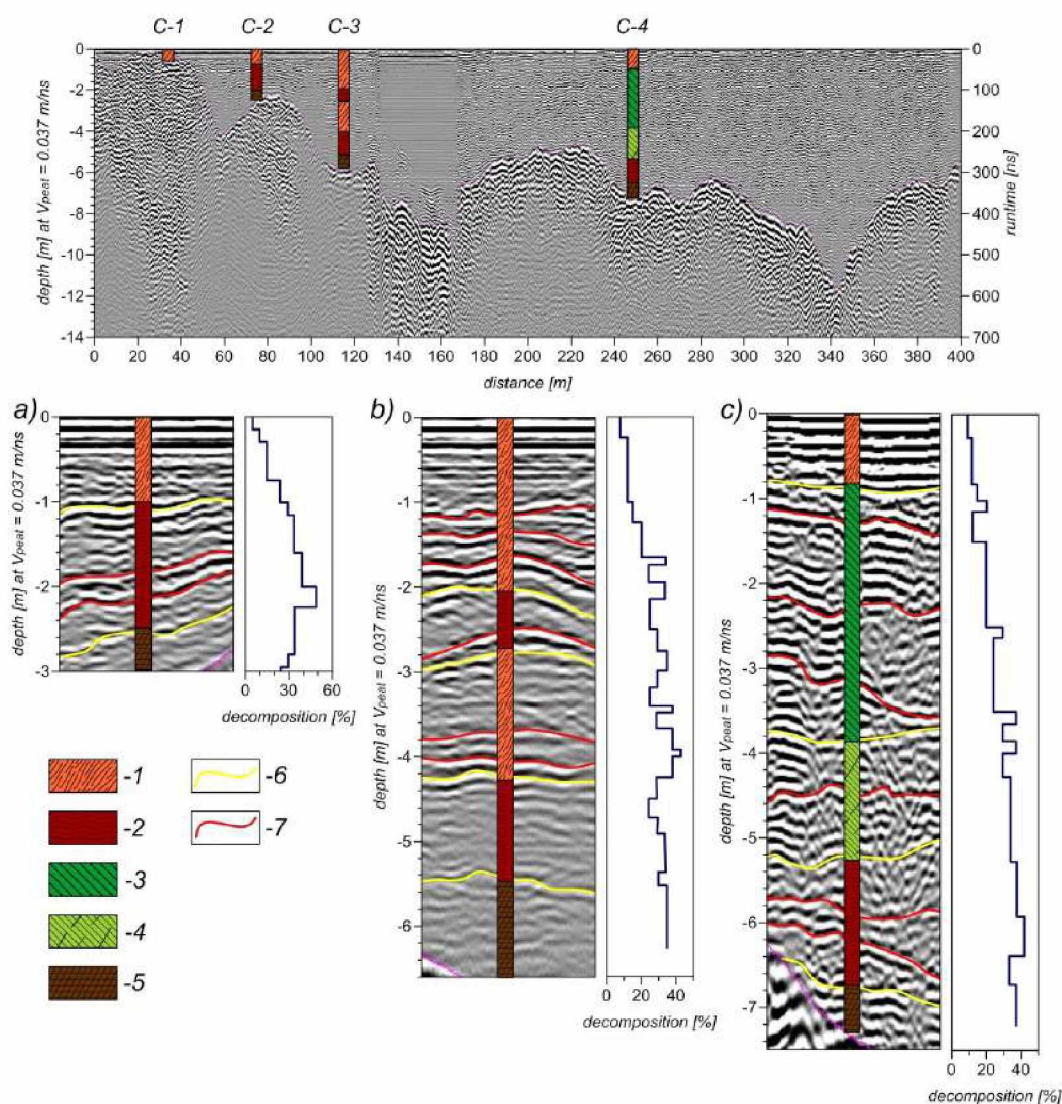


Рис. 1. Радарограмма по отдельному профилю:

1 – сфагновый верховой торф, 2 – пушицевый верховой торф, 3 – торф-магелланикум, 4 – шейхцериево-магелланикумовый верховой торф, 5 – осоковый переходный торф, 6 – стратиграфические границы, 7 – дополнительные границы, обнаруженные на радарограммах

Далее рассмотрим влияние степени разложения торфа на георадарный сигнал. Для скважины С-2 установлено несколько участков изменения разложения – на глубине 0,8 и 2,6 м, что приурочено к изменению типа торфа. При этом максимум степени разложения на глубине 2,2 м характеризуется возникновением двух интенсивных рефлекторов. Скважина С-3 более сложная для анализа из-за изменчивости гумификации. Этот факт выражен возникновением шести новых георадарных границ, приуроченных к максимальным значениям степени разложения. Подобный эффект наблюдается и для скважины С-4.

Таким образом, можно делать выводы о комплексном влиянии параметров торфяной залежи на георадарный сигнал. Возникновение дополнительных рефлекторов в торфе может быть вызвано вторичными процессами, происходящими вследствие изменения степени разложения. То есть, гумификация приводит к уменьшению пористости и повышению плотности торфа,

что, в свою очередь, увеличивает водонасыщенность. Возможно, из-за протекания химических реакций в торфе изменяется минерализация воды. Поэтому формирование отраженной волны можно соотнести и с вариациями проводимости среды.

Выполненные исследования показали, что георадиолокация позволяет с высокой точностью определять мощность торфяной залежи. При этом, задача ее разделения по типам торфа является крайне сложной, так как формирование рефлекторов для георадарного сигнала зависит от многих параметров. Сопоставление радарограмм со стратиграфией скважин показало, что степень разложения является одним из факторов, который влияет на регистрируемые данные.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-05-00256 А.

Список литературы

1. Hänninen P. Application of ground penetrating radar and radio wave moisture probe techniques to peatland investigations // Geological Survey of Finland, Bulletin – 1992. – Vol. 361. – 71 p.
2. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. Уч. пос. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 153 с.
3. Van Dam R.I., Van Den Berg E.H., Van Heteren S., Kasse C., Kenter J., Groen K. Influence of organic matter in soils on radar-wave reflection: sedimentological implications // Journal of sedimentary research. – 2002. – Vol. 72 – P. 341–352.
4. Oleszczuk R., Brandyk T., Gnatowski T., Szatylowicz J. Calibration of TDR for moisture determination in peat deposits // International Agrophysic – 2004. – Vol. 18. – P. 145–151.
5. Kettridge N., Binley A., Comas X., Cassidy N., Baird A.J., Harris A., van der Kruk J., Strack M., Milner A.M., Waddington J.M. Do peatland microforms move through time? Examining the developmental history of a patterned peatland using ground-penetrating radar // Journal of Geophysical Research: Biogeosciences. – 2012. – Vol. 117. – P. 1–11.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ЗЕМНОЙ КОРЕ ПРИЛАДОЖЬЯ ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Бакунович Л.И.

Институт Геологии Карельского научного центра РАН, luba5_89@mail.ru

В 1980 г. в северо-западной части Приладожья и юго-западной Карелии проведены глубинные сейсмические исследования методами глубинного сейсмозондирования (ГСЗ) и обменных волн от удаленных землетрясений (МОВЗ) по профилю г. Лахденпохья – оз. Сегозеро (Приладожский) (Литвененко, 1982).

На территории, которую пересекает данный профиль, выделяются два основных тектонических элемента: Карельский кратон и Свекофеннская складчатая область, которая разделяется Ладожско-Ботнической зоной разломов (рис. 1).

Для района работ можно отметить связь положения аномалий регионального гравитационного поля и особенностей рельефа Мохо. Границы аномалий регионального гравитационного поля и участки перепада рельефа поверхности Мохо преимущественно совпадают (рис. 2).

В пределах Карельского блока их корреляция прямая, то есть впадины рельефа поверхности Мохо соответствуют понижению гравитационного поля, а его поднятие – повышению. Для Свекофенской области и Ладожско-Ботнической зоны наблюдается инверсия аномалий регионального гравитационного поля относительно глубины залегания Мохо: выступам поверхности Мохо соответствуют минимумы гравитационного поля, а впадинам – максимумы. Пограничная Ладожско – Ботническая зона, расположенная между ними, выделяется положительной аномалией гравитационного поля и повышением мощности земной коры (Пиманова и др., 2018).

Объяснить такое поведение гравитационного поля в районах с обратной корреляционной связью между анализируемыми параметрами можно пониженной плотностью земной коры в районе выступов поверхности Мохо. Из этого следует, что земная кора исследуемой площади сложена блоками, неоднородными по плотности (Пиманова и др., 2018).